



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

PH DE 030404 EPP  
Office européen  
des brevets

REC'D 23 NOV 2004

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

IB/04/52490

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03104461.3

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk

BEST AVAILABLE COPY



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

Anmeldung Nr:  
Application no.: 03104461.3  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 28.11.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards  
GmbH  
Steindamm 94  
20099 Hamburg  
ALLEMAGNE  
Koninklijke Philips Electronics N.V.  
Groenewoudseweg 1  
5621 BA Eindhoven  
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Detektor

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

A61B6/02

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI

BESCHREIBUNG**Detektor**

Die Erfindung betrifft einen Detektor, insbesondere einen Röntgendetektor wie er in einem bildgebenden Röntgengerät eingesetzt wird.

5

In der US 5,668,851 wird ein Detektor beschrieben, der ein Basiselement aufweist, in das Präzisionslöcher gebohrt sind und das weiterhin Passstifte aufweist. Detektormodule werden mittels der Passstifte an dem Basiselement positioniert und befestigt.

- 10 Aufgabe der Erfindung ist es, einen Detektor, insbesondere einen Röntgendetektor wie er in einem Röntgengerät zum Einsatz kommt, zur Verfügung zu stellen, der eine zweidimensionale Anordnung von Detektormodulen erlaubt.

Die Aufgabe wird gelöst durch einen Detektor mit

- 15
- einer Basisstruktur mit Führungselementen,
  - Detektormodulen mit jeweils mindestens einer Führungsstruktur zur Positionierung relativ zu mindestens jeweils einem der Führungselemente,

wobei

- 20
- die Führungselemente sich in einer ersten Richtung erstrecken,
  - mindestens zwei der Detektormodule auf einem der Führungselemente in der ersten Richtung aufeinanderfolgend positioniert sind und
  - es Führungselemente gibt, die in einer zweiten Richtung voneinander getrennt sind.

- Detektoren von modernen oder künftigen Röntgengeräten sind sehr groß. 40 x 40 cm<sup>2</sup>
- 25 für normale Transmissions-Röntgenbildgebung, 60 x 60 cm<sup>2</sup> für nuklearmedizinische Bildgebung (etwa mittels Positronen-Emission-Tomographie – PET – oder Single-Photon-Emission-Computed –Tomography – SPECT) oder 100 x 60 cm<sup>2</sup> für künftige CT-Detektoren, die, ohne dass der Patient oder der Detektor in Richtung der Längsausdehnung des Patienten bewegt werden muss, erlauben, ein Volumen des
- 30 Patienten zu untersuchen, in dem sich beispielsweise das gesamte schlagende Herz

befindet, werden bereits verwendet oder sind angedacht. Werden solch große Detektoren aus einzelnen Detektormodulen zusammengesetzt (wie es bei CT-Detektoren heutzutage in einer eindimensionalen Anordnung üblich ist), dann muss bei einem Defekt in einem der Detektormodule nur ein einzelnes Detektormodul ausgetauscht werden und nicht der ganze Detektor. Problematisch ist hierbei aber die Positionierung der einzelnen Detektormodule. Diese sollten möglichst so angeordnet werden, dass die Position präzise bekannt ist und dass die Kanten der Detektormodule bei möglichst geringer Distanz nicht zusammenstoßen, sodass eine im wesentlichen geschlossene Detektorfläche gebildet werden kann. Dabei haben die Detektormodule eine zur Detektierung von Röntgenstrahlung sensitive Oberfläche. Eine zweidimensionale Anordnung von Detektormodulen ergibt dann eine zweidimensionale, sensitive Detektoroberfläche, die aus den einzelnen sensitiven Oberflächen der Detektormodule gebildet wird.

Bei einem Detektor gemäß einer ersten Ausführungsform gibt es eine Basisstruktur mit Führungselementen. Die Detektormodule weisen Führungsstrukturen auf, mittels derer die Detektormodule relativ zu den Führungselementen positioniert werden können. Die Präzision der gesamten Anordnung wird also von den Führungselementen vorgegeben. Führungselemente, z.B. Führungsstangen, lassen sich leicht, z.B. durch spitzenloses Schleifen, herstellen. Die Führungselemente erstrecken sich in eine ersten Richtung. In dieser Erstreckungsrichtung können Detektormodule auf den Führungselementen positioniert werden. Es gibt dabei Führungselemente, die in einer zweiten Richtung voneinander getrennt sind, sodass Detektormodule auch in der zweiten Richtung angeordnet werden können. Eine solche Basisstruktur mit Führungselementen erlaubt zweidimensionale Anordnungen von Detektormodulen. Dabei sind die Detektormodule in der ersten Richtung an den Führungselementen positioniert und in der zweiten Rich-

- Dadurch, dass sich die Führungselemente in einer Richtung erstrecken, lassen sich die Detektormodule leicht auf diesen Führungselementen positionieren, etwa durch Aufschieben. Weist eines der Detektormodule einen Defekt auf, dann kann dieses
- 5 vergleichsweise leicht entfernt und ausgetauscht werden, indem in der ersten Richtung (der Erstreckungsrichtung) die vor dem defekten Detektormodul positionierten Detektormodule abgeschoben werden. Nachdem das defekte Modul ausgetauscht wurde, werden die zuvor abgeschobenen Module wieder aufgeschoben.
- 10 Bei einer erfindungsgemäßen Ausführungsform gemäß einer weiteren Ausführungsform gibt es Abstandselemente, die entweder zwischen der Basisstruktur und einem der Detektormodule oder zwischen zwei der Detektormodule an den Führungselementen angeordnet sind. Abstandselemente lassen sich sehr präzise, z.B. durch Flachsleifen, herstellen und erlauben derart die genaue Positionierung von
- 15 Detektormodulen relativ zueinander oder relativ zur Basisstruktur. Beim Aufschieben von Detektormodulen erübrigt sich ein zeitaufwändiges und mühsames kontrollieren der Positionierung, da die Abstandselemente die Positionierung von Detektormodulen zur Basisstruktur oder in der ersten Richtung zueinander vorgeben.
- 20 Bei einer anderen erfindungsgemäßen Ausführungsform sind die Führungselemente in der zweiten Richtung , mit einem Abstandsmuster zueinander angeordnet. Mit Abstandsmuster sei hier die Folge von Abständen zwischen den Führungselementen (von Mitte zu Mitte gemessen) gemeint. Ein „Abstand zwischen zwei Führungselementen“ ist dann die Summe der Abstände von einem ersten Führungselement bis zu einem
- 25 zweiten Führungselement. Haben die Detektormodule in der zweiten Richtung eine Ausdehnung, die im wesentlichen einem der Abstände zwischen zwei der Führungselemente entspricht, dann erlaubt dies die praktisch lückenlose Anordnung von Detektormodulen zueinander und es kann eine im wesentlichen durchgängige sensitive Detektoroberfläche aus den sensitiven Oberflächen der einzelnen Detektormodule
- 30 gebildet werden. So kann das Abstandsmuster zwischen den Führungselementen eine Folge immer gleicher Abstände sein, was dazu führt, dass Module immer gleicher

Ausgestaltung verwendet werden können, um die gesamte sensitive Detektoroberfläche zu bilden. Da jedes Detektormodul gleich ausgestaltet werden kann, ergibt sich auch eine Reduktion der Herstellungskosten.

- 5 Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform ist die Basisstruktur in einer Richtung, die nicht die erste Richtung ist, gekrümmt. Derart lassen sich auch gekrümmte Detektoroberflächen bilden, ohne das die leichte Herstellbarkeit der Führungselemente, die sich in der ersten Richtung erstrecken, aufgegeben wird. Bei einer Krümmung heißt dass, dass die zweite Richtung zwischen jeweils zwei
- 10 benachbarten Führungselementen der Krümmung folgt. Die Detektormodule können weiterhin alle gleich ausgestaltet werden, wenn die Krümmung konstant ist.

- Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform haben zwei Detektormodule unterschiedliche Form. Mit unterschiedlicher Form sei auch die gleiche Form mit
- 15 unterschiedlicher Dimensionierung gemeint. So kann ein quadratisches Detektormodul etwa anstatt einer 2 x 2 Anordnung von halb so großen Detektormodulen an einem Teil des Detektors eingesetzt werden. Aber auch beliebig andere Zerteilungen der Gesamtdetektorfläche in einzelne Oberflächen der Detektormodule sind denkbar.

- 20 Bei einer anderen erfindungsgemäßen Ausführungsform sind die Führungselemente Stangen. Stangen sind leicht und präzise, z.B. durch spitzenloses Schleifen, herzustellen.

- Bei einer wiederum anderen erfindungsgemäßen Ausführungsform gibt es mindestens
- 25 ein Elementelement, das zur Fixierung eines Detektormoduls bezüglich des Führungs-

~~elementes auf dem entsprechenden vorbestimmten Elementen des Detektors~~

~~angebracht ist, um das Detektormodul an der gewünschten Position zu fixieren~~

~~und das Detektormodul in der gewünschten Position zu halten~~

~~und das Detektormodul in der gewünschten Position zu halten~~

Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform weisen die Detektormodule jeweils mindestens eine in der ersten Richtung durchgängige Aussparung auf. Aussparungen, insbesondere durchgängige Hohlräume und Vertiefungen, dienen der Unterbringung von elektronischen Bauteilen und können Raum für die Stromzuführung und Daten- und Signalleitungen bieten, sodass ein leichter Zugang zur jeweiligen Elektronik eines Moduls geschaffen wird und die notwendigen Leitungen bei einer zweidimensionalen Detektoranordnung untergebracht werden können. Dies wird insbesondere dadurch ermöglicht, dass die durchgängigen Aussparungen so in die Detektormodule eingebracht werden, dass eine Durchgängigkeit über den ganzen Detektor, etwa in der ersten Richtung, erreicht wird, so also Datenleitungen und Stromzuführungen durch die Aussparungen von aufeinanderfolgend angeordneten Detektormodulen geführt werden können.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Röntgengerät in dem ein erfindungsgemäßer Detektor eingesetzt wird.

Die Erfindung betrifft weiterhin auch ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Detektors.

Die Erfindung wird im weiteren durch Zeichnungen und mehrere Ausführungsformen im Detail beschrieben. Es zeigen

Fig. 1a ein beispielhaftes Detektormodul, dass mittels zwei Führungsstrukturen an zwei Führungselementen (nur ausschnittsweise gezeigt) positioniert ist,

Fig. 1b das Detektormodul aus Fig. 1a in einer Frontansicht, also in Blickrichtung der Erstreckungsrichtung der Führungselemente dargestellt,

Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Detektor mit einer Basisstruktur, Führungselementen und zweidimensional angeordneten Detektormodulen,

Fig. 3 eine Basisstruktur mit Führungselementen und vier beispielhaften Anordnungen von Detektormodulen in Aufsicht,

Fig. 4 eine Basisstruktur mit Führungselementen und einer beispielhaften Anordnung

von Detektormodulen, wobei Abstandselemente zur Positionierung der Detektormodule verwendet werden und Klemmelemente zur Fixierung zum Einsatz kommen,

- Fig. 5 eine Basisstruktur mit Führungselementen und angeordneten Detektormodulen  
 5 in einer Seitenansicht,  
 Fig. 6 einen Detektor in Seitenansicht wie in Fig. 5, aber mit einer anderen Ausführungsform von Führungselementen und Führungsstrukturen,  
 Fig. 7 eine Basisstruktur, die aus mehreren Teilen besteht, sodass der Detektor einfach skalierbar ist, und  
 10 Fig. 8 einen erfindungsgemäßen Detektor mit Basisstruktur, Führungselementen und jeweils derart unterschiedlich geformten Detektormodulen, dass die Gesamtdetektorfläche einen Ausschnitt aus einer Kugelfläche bildet.

- Fig. 1a zeigt ein beispielhaftes Detektormodul 3, wie es in einem erfindungsgemäßen  
 15 Detektor angeordnet wird. Das Detektormodul 3 hat eine sensitive Oberfläche 32, die etwa eine Szintillatorschicht mit darunter liegenden Photodioden zur Detektierung von Röntgenquanten oder ein direkt konvertierendes Material sein kann. Der restliche Teil des Detektormoduls 3 ist der Grundkörper 33 des Detektormoduls 3. Das Detektor-  
 modul 3 ist auf zwei Führungselementen 2 positioniert, die hier Ausschnittsweise  
 20 gezeigt sind und an ihren Enden an einer Basisstruktur befestigt vorzustellen sind. Aus Fig. 1a ist erkennbar, dass sich weitere Detektormodule aufeinanderfolgend in der Erstreckungsrichtung (also in Richtung der Längsachse) der Führungselemente vor und hinter dem gezeigten Detektormodul auf den selben Führungselementen anordnen  
 lassen. In Fig. 1b ist das beispielhafte Detektormodul 3 aus Fig. 1a in einer Frontansicht  
 25 mit Blickrichtung in der Erstreckungsrichtung der Führungselemente gezeigt. Das



Führungsstangen, die in diesem Beispiel einen runden Querschnitt haben, als auch die trapezförmig vertieften Führungsstrukturen 4 lassen sich leicht, kostengünstig und vor allem mit hoher Präzision herstellen. Aus Fig. 1b geht auch hervor, dass sich leicht weitere Detektormodule seitlich neben dem gezeigten Detektormodul 3 anordnen lassen. Das gezeigte Detektormodul teilt dann in der gezeigten Ausführungsform je eines der Führungselemente 2 mit je einem seitlichen Nachbar (hierbei sei auch auf Fig. 6 verwiesen, wo diese Art der Anordnung für eine andere Ausführungsform der Führungselemente gezeigt ist). Insgesamt ergibt sich, dass eine Vielzahl von Führungselementen, die etwa mittels Präzisionslöchern in einer Basisstruktur befestigt sind (siehe hierzu auch Fig. 2), es erlauben, dass Detektormodule präzise zweidimensional angeordnet werden können. Je präziser die verschiedenen Komponenten des Detektors gefertigt werden, umso genauer ist die Positionierung. Sind die Führungselemente als Führungsstangen ausgeführt, dann lassen diese sich etwa durch spitzenloses Schleifen bei Längen bis 600 mm mit einer Präzision von  $< 2 \mu\text{m}$  bezüglich Rundlauf und Durchmesser und mit  $< 5 \mu\text{m}$  bezüglich Geradheit fertigen. Als Material kann beispielsweise Aluminium oder Stahl verwendet werden. Spezielle Eisenlegierungen (wie etwa die unter dem Handelsnamen Invar bekannte Legierung), die nur einen sehr geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten haben, können ebenso verwendet werden. Die Grundkörper 33 der Detektormodule 3 können etwa mittels CNC-Fräsen oder Drahterodieren hergestellt werden, wobei Toleranzen von wenigen  $\mu\text{m}$  ( $\approx 5 \mu\text{m}$  für Positionstoleranz und  $\approx 3 \mu\text{m}$  für die Geometrietoleranz) erreicht werden. Die sensitive Oberfläche 32 eines Detektormoduls 3 wird typischerweise später aufgebracht, etwa durch Kleben.

In Fig. 2 ist ein erfindungsgemäßer Detektor gezeigt, in dem eine Vielzahl von Detektormodulen 3 gemäß Fig. 1a und 1b zweidimensional angeordnet sind. Die einzelnen Detektormodule sind wie in den Fig. 1a und 1b jeweils auf je zwei Führungselementen angeordnet sind. Die Führungselemente sind bei dieser Darstellung nur andeutungsweise gezeigt. Die Führungsstangen sind in der Basisstruktur 1 befestigt zu denken. Die Basisstruktur in der gezeigten Ausführungsform besteht aus einem zylindrisch gekrümmten Bodenteil und zwei Seitenteilen. Bei dem vorderen Seitenteil

sind die Präzisionslöcher zu erkennen, in denen die Führungsstangen befestigt sind. Präzisionslöcher lassen sich durch Koordinatenschleifen mit einer Positionstoleranz von etwa 3  $\mu\text{m}$  und einer Geometrietoleranz von etwa 2  $\mu\text{m}$  herstellen. Dabei kann das Material der Basisstruktur 1 gleich dem Material der Führungselemente 2 und der Grundkörper 33 der Detektormodule 3 gewählt werden, sodass Temperatúrausdehnungen kein Toleranzproblem verursachen. Die Basisstruktur 1 dient zur Stabilisierung der gesamten Anordnung. Haben die Detektorelemente eine sensitive Oberfläche von 2 x 4  $\text{cm}^2$ , dann hat der gezeigte Detektor mit einer zweidimensionalen Detektormodulanordnung von 50 x 16 Detektormodule eine sensitive Detektorfläche von 100 x 64  $\text{cm}^2$ , was eine typische Größe für einen CT-Detektor zur Aufnahme des menschlichen Herzens oder der Leber ist. Die zweidimensionale Anordnung von Detektormodulen 3 wird erreicht, indem die Detektormodule 3 jeweils auf Führungselemente 2 aufgeschoben und in der ersten Richtung (der Erstreckungsrichtung der Führungselemente 2) solange verschoben werden, bis sie eine vorgegebene Position erreicht haben. Die Führungselemente 2 sind jeweils zueinander in einer zweiten Richtung versetzt angeordnet sind (die Führungselemente 2 liegen in der gezeigten Ausführungsform auf einem Zylinderoberflächenausschnitt). Durch Aufschieben von Detektormodulen 3 aufeinanderfolgend auf versetzt angeordnete Führungselemente 2 wird insgesamt eine zweidimensionale Anordnung von Detektormodulen 3 erreicht.

20

Fig. 3 zeigt eine Aufsicht auf einen erfindungsgemäßen Detektor, in dem vier beispielhafte zweidimensionale Detektormodulanordnungen gezeigt sind. Die Basisstruktur 1, die in diesem Beispiel als rechteckiger Rahmen ausgebildet ist, dient zur Stabilisierung der gesamten Anordnung. Führungselemente 2 sind mit der Basisstruktur 1 verbunden, etwa indem die Führungselemente 2 in Präzisionslöcher in Seiten der Basisstruktur 1

25

dehnung versetzten 2 x 1 Matrix angeordnet. Unten links sind fünf hexagonale Detektormodule 3 in einer zweidimensionalen, hexagonalen Matrix angeordnet. Unten rechts sind 3 rechteckige Detektormodule 3 angeordnet, wobei das rechte der drei Detektormodule größer ist als die beiden anderen Detektormodule und dabei die Größe einer 2 x 2 Anordnung der kleineren Detektormodule hat.

In Fig. 4 ist ein weiterer erfindungsgemäßer Detektor mit Basisstruktur 1 (die hier ein rechteckiger Rahmen ist), Detektormodulen 3 und Führungselementen 2 gezeigt. Eine zweidimensionale Anordnung von Detektormodulen 3 bedeckt mittig eine große Fläche und an den Seiten verjüngt sich die Detektorfläche, so dass eine nicht rechteckige Gesamtdetektorfläche entsteht. Die Erstreckungsrichtung der Führungselemente (die erste Richtung) ist durch einen Pfeil R1 verdeutlicht. Die zweite Richtung, in der die Führungselemente voneinander getrennt angeordnet sind, ist durch einen Pfeil R2 verdeutlicht. In der Ausführungsform nach Fig. 4 ist die zweite Richtung R2 räumlich konstant und ist daher für jedes Paar von Führungselementen gültig. Im allgemeinen Fall ist die Richtung R2 aber nur zwischen jeweils zwei Führungselementen definiert. Um eine genaue Positionierung relativ zur Basisstruktur 1 zu gewährleisten, werden Abstandselemente 21 verwendet, die hierbei zwischen der in Papierebene oben liegenden Seitenwand der Basisstruktur 1 und den Detektormodulen 3 auf die Führungselemente 2 aufgeschoben werden. Abstandselemente 21 können beispielsweise Hülsen sein, die über die Führungselemente geschoben werden. Solche Hülsen, etwa ebenfalls aus Aluminium, Stahl oder Invar hergestellt, können mit Längentoleranzen von  $< 2 \mu\text{m}$  gefertigt werden und erlauben daher eine hochpräzise Positionierung der Detektormodule 3. Durch unterschiedlich lange Abstandselemente 21 können die Detektormodule so angeordnet werden, dass die gezeigt Gesamtdetektorfläche gebildet wird. Bei der Montage wird hierbei zuerst eine Seitenwand der Basisstruktur 1 entfernt. Danach werden die verschiedenen Abstandselemente 21 auf die Führungselemente 2 aufgeschoben und danach werden die Detektormodule aufgeschoben. Zur Fixierung der Detektormodule 3 in der aufgeschobenen Position werden Klemmelemente 22 verwendet. Diese Klemmelemente 21 können etwa kurze Hülsen sein, die eine zusätzliche, in einem Innengewinde

- geführte Schraube aufweist (in Fig. 4 bei den Klemmelementen 22 als seitlich herausragendes Element angedeutet), um das Klemmelement 22 auf dem Führungselement 2 zu fixieren. Damit das präzise hergestellte Führungselement 2 beim Fixieren nicht beschädigt wird, kann die Schraube beispielsweise auf eine Gummimatte
- 5 einwirken, die dann gegen das Führungselement 2 drückt und dadurch das Klemmelement 22 befestigt. Anstatt eines externen Klemmelements 22, wie hier gezeigt, können die Klemmelemente 22 auch integrales Bestandteil eines Detektormoduls 3 sein, das dann etwa auch eine Schraube aufweist, die auf eine Gummimatte einwirkt und so das Detektormodul auf einem Führungselement 2 fixiert. Andere dem Fachmann bekannte
- 10 Ausführungsformen von Klemmelementen, wie z.B. das Klemmen mittels Konus wobei die Oberflächen nicht beschädigt werden, sollen ebenfalls berücksichtigt sein. Nach dem Aufschieben von Abstandshülsen 21, Detektormodulen 3 und Klemmelementen 22 wird die untere Seitenwand wieder befestigt.
- 15 Es ist auch möglich, zwischen den Detektormodulen 3 Abstandselemente 21 einzuschieben. Ein Detektormodul 3 sollte möglichst nicht mit seiner sensitiven Oberfläche gegen ein anderes Modul stoßen, da dabei die sensitive Oberfläche beschädigt werden könnte. Daher werden die Detektormodule so konstruiert, dass die sensitiven Oberflächen mit einem gewissen Spalt (der an die verschiedenen zu berücksichtigenden
- 20 Toleranzen angepasst ist) zueinander angeordnet werden sollen. Dabei kann das Positionieren durch präzise Abstandselemente 21, die zwischen die Detektormodule auf die Führungselemente 2 aufgeschoben werden, sodass ein Spalt zwischen den sensitiven Oberflächen der Detektormodule gewährleistet wird, realisiert werden. Positionieren mittels Abstandselementen 21 spart Zeit bei der Herstellung eines
- 25 Detektors und gewährleistet dabei eine hohe Präzision.

- Grundkörper 33 aufweisen und in Erstreckungsrichtung der Führungselemente durchgängige Aussparungen 31 haben, sind in der gezeigten Ausführungsform auf nur einem Führungselement 2 angeordnet. Die Führungsstruktur 4 ist in diesem Fall eine in Erstreckungsrichtung der Führungselemente 2 in den Detektorgrundkörper 33 eingearbeitete Lochführung. Da die Gewichte der einzelnen Detektormodule 3 dazu führen können, dass die Führungselemente 2, die in dieser Ausführungsform jeweils nur an ihren Enden gehalten werden, sich durchbiegen, kommt hier ein Unterstützungselement 11 zum Einsatz, das etwa eine in einem Innengewinde geführte Schraube sein kann. Mit einem Unterstützungselement 11 kann so gegen ein Detektormodul 3 gedrückt werden, dass dem Durchbiegen entgegengewirkt wird. In einer anderen Ausführungsform kann die Unterstützung auch von der Bodenplatte selbst erwirkt werden, indem die Detektormodule 3 auf der Bodenplatte schleifend aufsetzen.
- 15 In Fig. 6 ist ebenfalls eine Seitenansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Detektors in Erstreckungsrichtung der Führungselemente 2 gezeigt. In dieser Ausführungsform sind die Führungselemente 2 Profilstangen, die einen runden Kopf und eine rechteckige Basis, deren Breite kleiner ist als der Durchmesser des runden Kopfes, aufweisen. Solche Profilstangen können in der Bodenplatte angeordnet werden, etwa indem sie in entsprechenden Nuten geführt werden und dort etwa verklebt oder verschweißt werden. Ähnlich wie in der in Fig. 1a und 1b gezeigten Ausführungsform haben die Detektormodule 3 Führungsstrukturen 4, die sich an jeder Seite der Detektormodule 3, die sich in Erstreckungsrichtung der Führungselemente 2 erstreckt, angeordnet sind und zur Positionierung der Detektormodule 3 auf den Führungselementen 2 dienen. Die Detektormodule 3 weisen sensitive Oberflächen 32 und Aussparungen 31 auf.
- 20  
25

- In Fig. 7 ist eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Detektors in Aufsicht gezeigt, der besonders leicht zu vergrößern ist. In dieser Ausführungsform besteht die Basisstruktur aus Seitenwangen 1''' und aus zwei Bodenplatten 1' und 1''. Ausgehend von einem ursprünglichen Detektor mit einer Bodenplatte 1', die derart ausgestaltet ist,
- 30

- das in Erstreckungsrichtung der Führungselemente 2' zwei Detektormodule 3 positioniert werden können, kann der Detektor leicht vergrößert werden, indem eine zweite Bodenplatte 1'' mit Führungselementen 2'' angefügt wird. Dabei kann die Befestigung der Bodenplatte 1'' etwa durch in der Größe angepasste Endseitenwangen (in der
- 5 Papierebene den Detektor links und rechts abschließende Seitenwangen 1''') erfolgen, wobei bei dem ursprünglichen Detektor mit nur einer Bodenplatte 1' die gezeichneten Endseitenwangen durch entsprechend kürzere Endseitenwangen ersetzt zu denken sind. Die Führungselemente 2', 2'' können hierbei wie in Fig. 6 gezeigt durch Profilstangen realisiert werden, die mit der jeweiligen Bodenplatte verbunden sind. Jeweils
- 10 hintereinander angeordnete Führungselemente 2' und 2'' können als ein durchgehendes Führungselement 2 angesehen werden. Derart kann ein Detektor kostengünstig vergrößert werden. Die Größe des Detektors kann den Gegebenheiten (etwa Erweiterung auf größere Untersuchungsvolumina) angepasst werden. Die Bodenplatten 1' und 1'' können dabei mit Führungsstrukturen, etwa Präzisionslöchern und Präzisionsstiften
- 15 versehen werden, sodass die Vergrößerung mit minimaler Toleranz erfolgen kann.

- Fig. 8 zeigt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Detektors. An einer Basisstruktur 1 sind Führungselemente 2 befestigt (hier ist die abschließende
- 20 Seitenwange zur Verdeutlichung der Anordnung nicht dargestellt, sodass die sichtbaren Enden der Führungselemente 2 in entsprechenden Führungslöchern in der nicht gezeichneten Seitenwange gehalten zu denken sind). Die Detektormodule 3', 3'', 3''', 3'''' weisen hierbei alle eine andere Oberflächenform auf, sodass letztendlich eine Gesamtdetektoroberfläche resultiert, die entsprechend eines Ausschnitts aus einer Kugeloberfläche gekrümmt ist. Das Detektormodul 3' liegt mittig im gezeigten
- 25 Detektor und hat eine planare Oberfläche, die parallel zur x-y-Ebene im gezeigten

- die sowohl in negativer x-Richtung als auch in negativer y-Richtung absinkt, sodass die in z-Richtung gemessene Höhe des Detektormoduls 3''' an der Detektorecke am größten ist und an der Ecke, die in Richtung Detektormitte zeigt am niedrigsten ist. Insgesamt ergibt sich durch die unterschiedlichen Detektormodulausführungen eine
- 5 Detektoroberfläche, die sphärisch gekrümmt ist. Die sensitive Oberfläche der jeweiligen Detektormodule kann dabei planar oder gekrümmt ausgeführt sein.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Detektor mit  
einer Basisstruktur (1, 1', 1'', 1''') mit Führungselementen (2),
- Detektormodulen (3) mit jeweils mindestens einer Führungsstruktur (4) zur Positionierung relativ zu mindestens jeweils einem der Führungselemente (2),
- 5 wobei
- die Führungselemente (2) sich in einer ersten Richtung erstrecken,
  - mindestens zwei der Detektormodule (3) auf einem der Führungselemente (2) in der ersten Richtung (R1) aufeinanderfolgend positioniert sind und
  - es Führungselemente (2) gibt, die in einer zweiten Richtung (R2) voneinander
- 10 getrennt sind.
2. Detektor nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass mindestens zwei der Detektormodule (3) in der zweiten Richtung (R2)
- 15 aufeinanderfolgend auf mindestens zwei der Führungselemente (2) angeordnet sind.
3. Detektor nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass mindestens ein Abstandselement (21) auf mindestens einem der Führungselemente
- 20 (2) zwischen der Basisstruktur (1, 1', 1'', 1''') und einem der Detektormodule (3) oder zwischen zwei der Detektormodule (3) angeordnet ist.



4. Detektor nach einem der Ansprüche 1 – 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Führungselemente (2) in der zweiten Richtung (R2) mit einem Abstandsmuster  
nebeneinander angeordnet sind und die Ausdehnung der Detektormodule (3) in der  
5 zweiten Richtung (R2) im wesentlichen gleich einem Abstand zwischen zwei der  
Führungselemente (2) ist.
5. Detektor nach einem der Ansprüche 1 – 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 dass die Basisstruktur (1, 1', 1'', 1''') in der zweiten Richtung (R2) gekrümmt ist.
6. Detektor nach einem der Ansprüche 1 – 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass mindestens zwei der Detektorelemente (3) eine unterschiedliche Form haben.  
15
7. Detektor nach einem der Ansprüche 1 – 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Führungselemente (2) Stangen sind.
- 20 8. Detektor nach einem der Ansprüche 1 – 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass mindestens ein Klemmelement (22) zur Fixierung eines der Detektormodule (3)  
vorgesehen ist.
- 25 9. Detektor nach einem der Ansprüche 1 – 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dadurch gekennzeichnet,  
dadurch gekennzeichnet,  
dadurch gekennzeichnet,

10. Röntgengerät in dem ein Detektor nach einem der Ansprüche 1 – 9 zur Verwendung kommt.

11. Verfahren zur Herstellung eines Detektors, insbesondere für den Einsatz in einem
- 5 Röntgengerät, bei dem Detektormodule (3) auf sich in einer ersten Richtung (R1) erstreckenden Führungselemente (2) einer Basisstruktur (1, 1', 1'', 1''') mittels jeweils mindestens einer Führungsstruktur (4) des jeweiligen Detektormoduls (3) auf jeweils mindestens eines der Führungselemente (3) aufgeschoben werden, wobei mindestens zwei der Detektormodule (3) auf eines der Führungselemente (3) aufeinanderfolgend
- 10 aufgeschoben werden und es Führungselemente (3) gibt, die in einer zweiten Richtung (R2) voneinander getrennt sind.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Detektor

- Die vorliegende Erfindung betrifft einen Detektor, bei dem Detektormodule zweidimensional angeordnet sind. Gelöst wird das Problem der zweidimensionalen
- 5 Anordnung von Detektormodulen durch eine Basisstruktur (1) mit Führungselementen (2) auf dem die Detektormodule (3) mit jeweils mindestens einer Führungsstruktur (4) zu mindestens jeweils einem der Führungselemente relativ positioniert werden, wobei die Führungselemente (2) sich in einer ersten Richtung (R1) erstrecken, mindestens zwei der Detektormodule (3) auf einem der Führungselemente (2) in der ersten
- 10 Richtung (R1) aufeinanderfolgend positioniert sind und es Führungselemente (2) gibt, die in einer zweiten Richtung (R2) voneinander getrennt sind.

Fig. 4

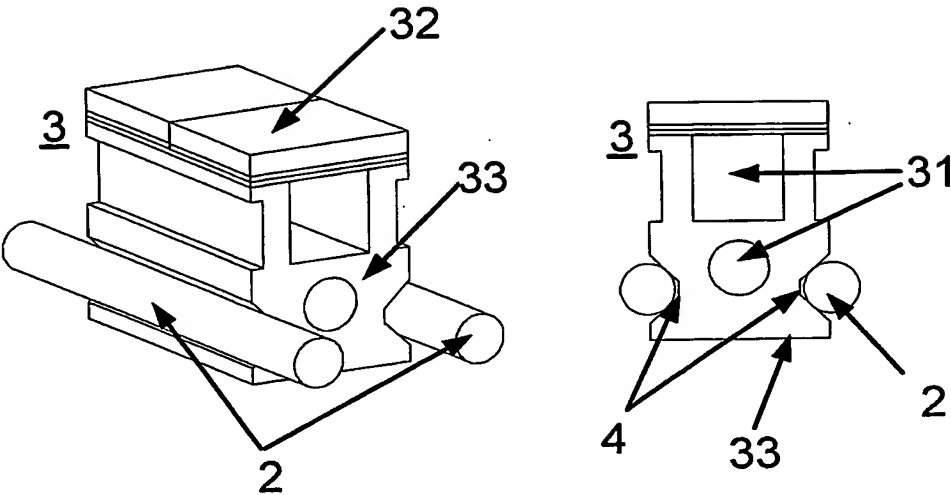


FIG. 1a FIG. 1b

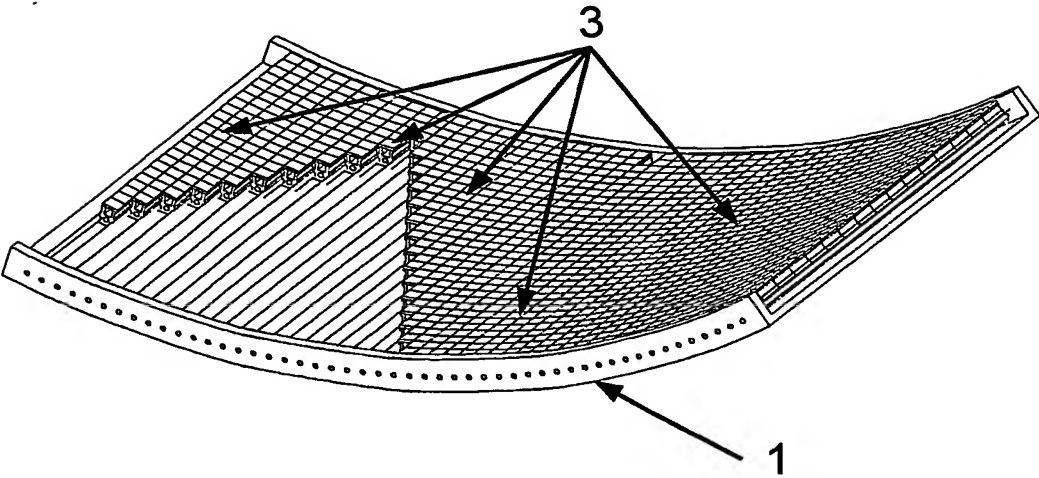


FIG. 2

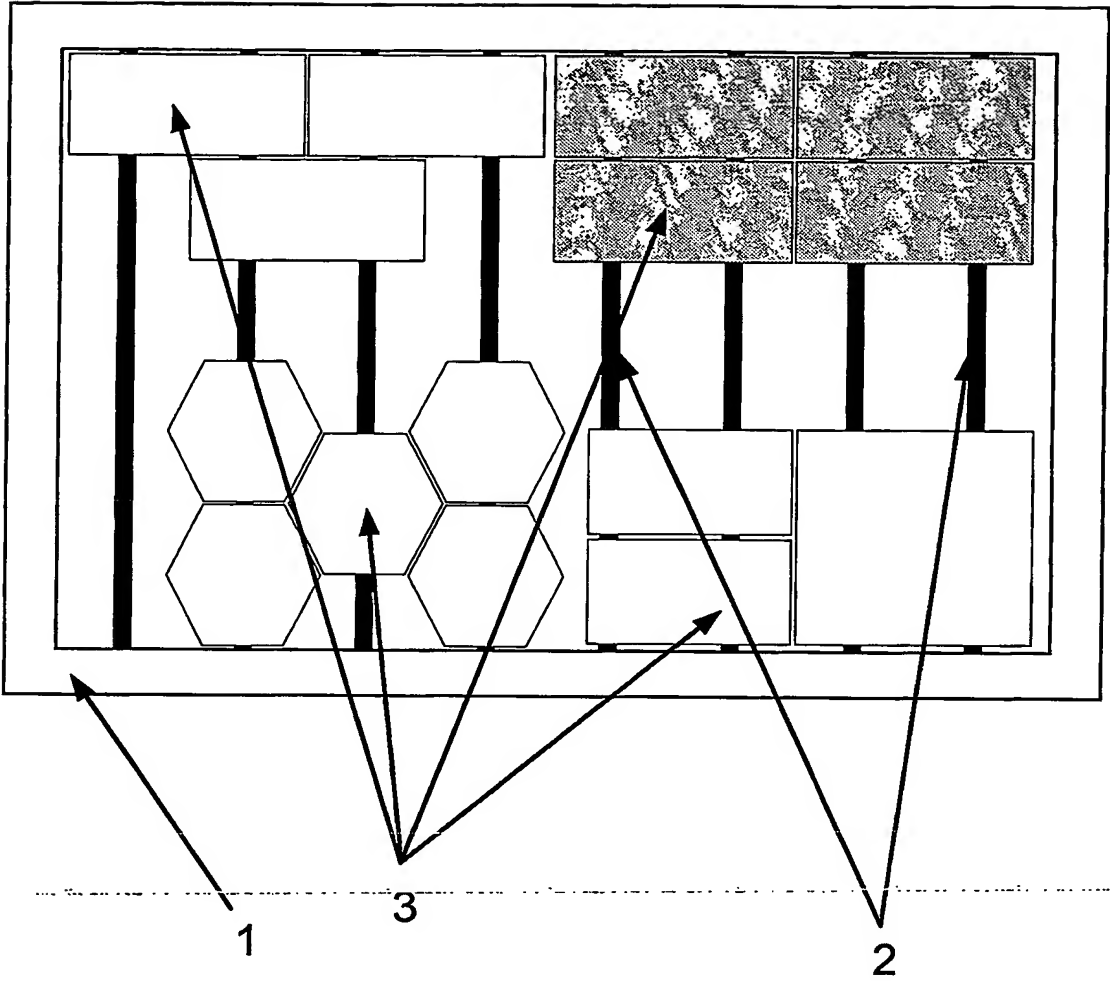


FIG. 3

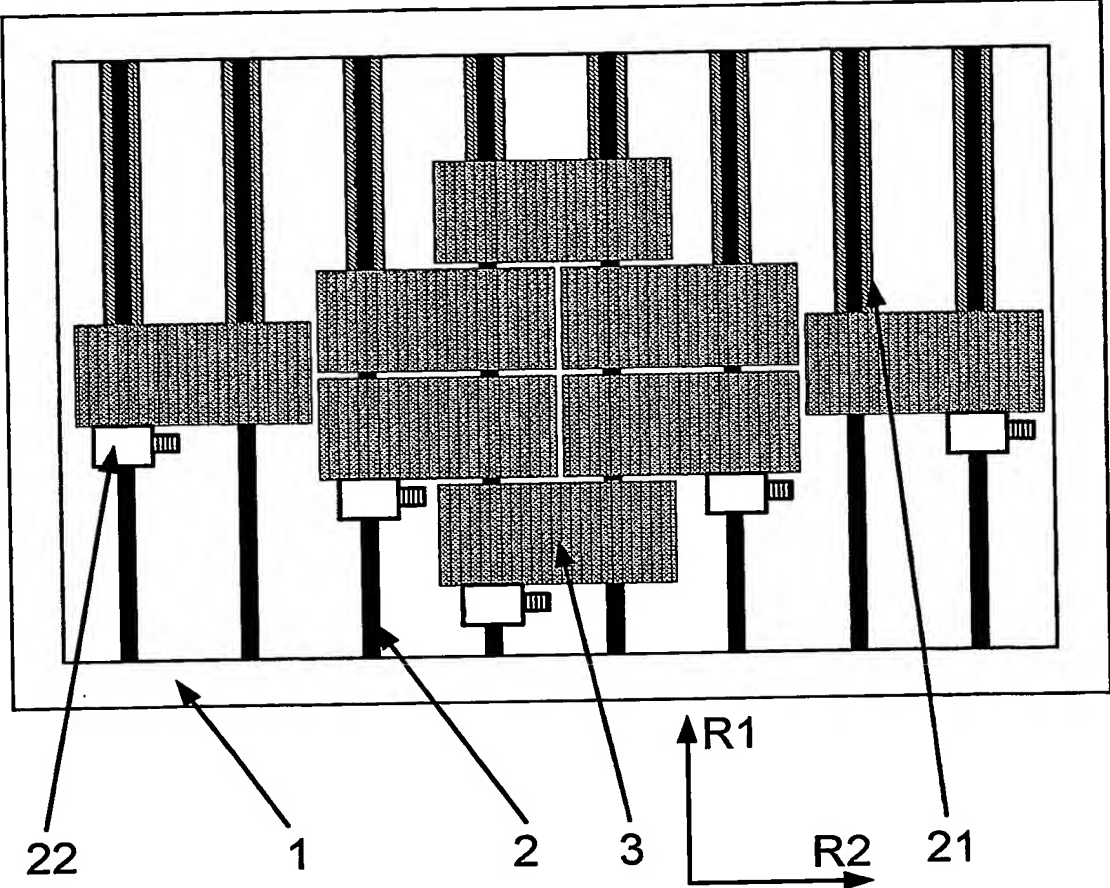


FIG. 4

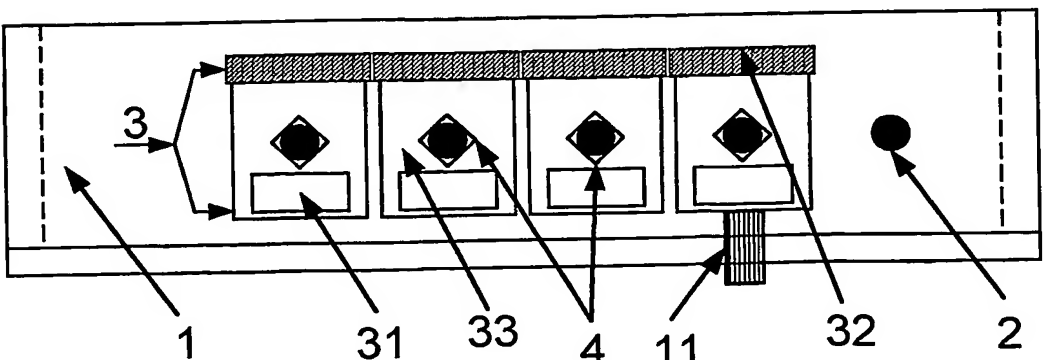


FIG. 5

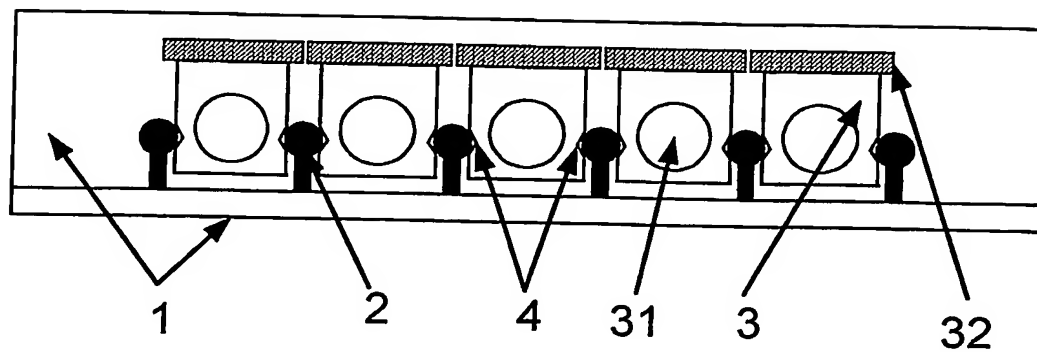
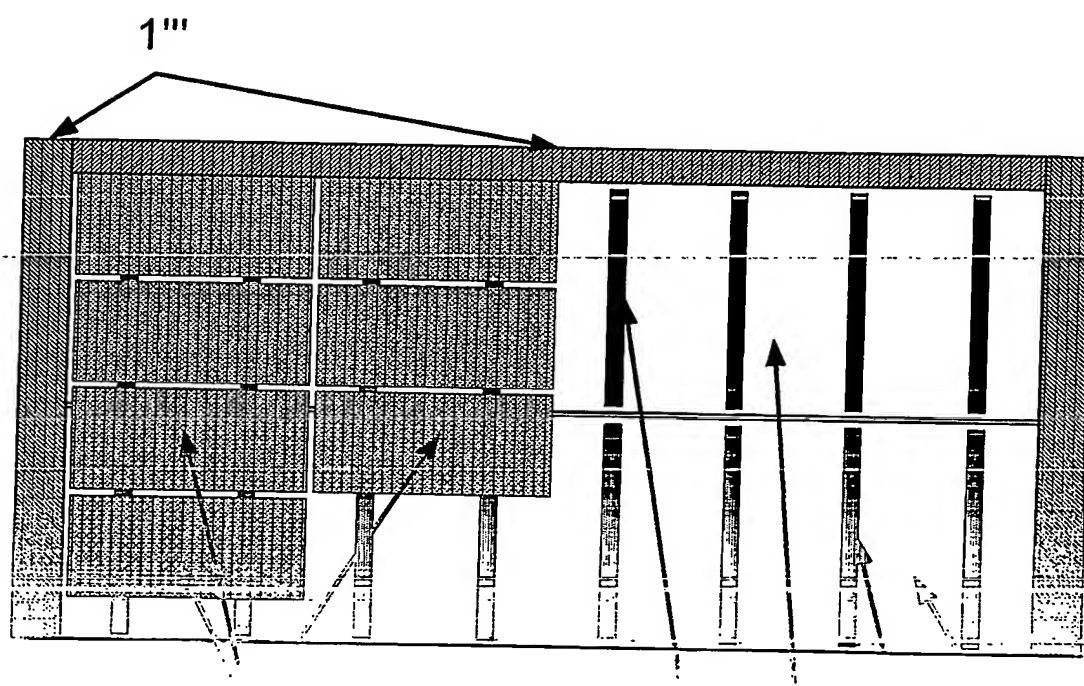


FIG. 6



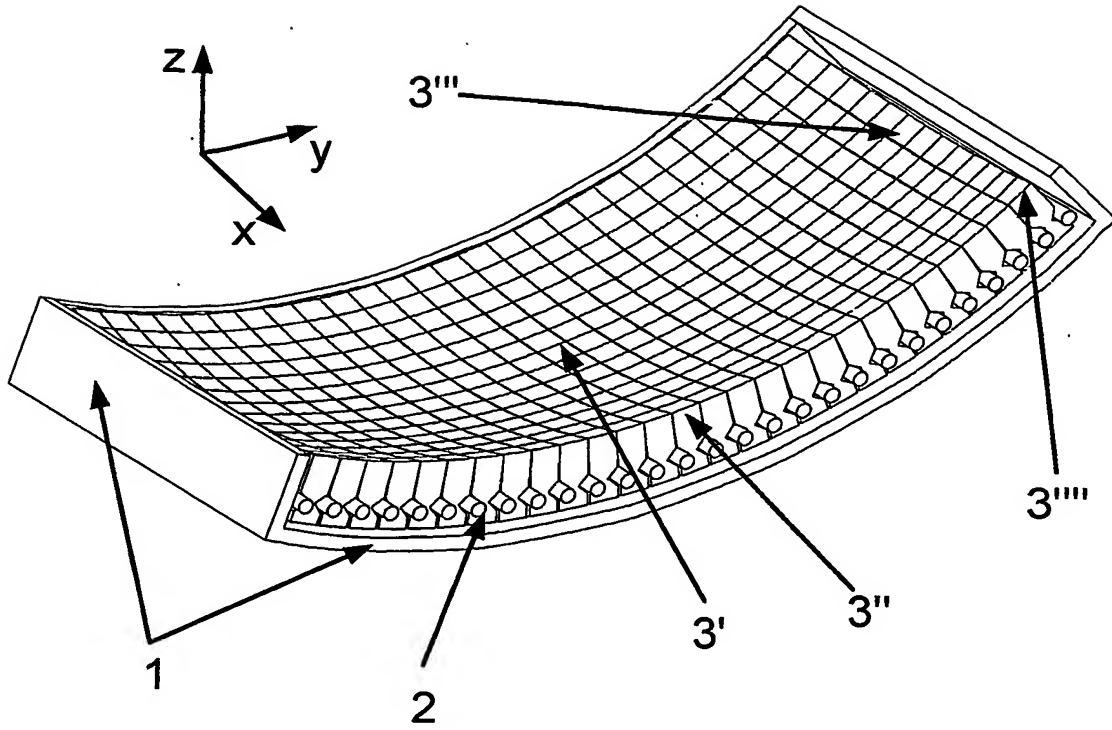


FIG. 8



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**